

继电保护整定计算通用支持平台及其在福建电网的应用

傅秋儒

(福建省电力有限公司,福建 福州 350003)

摘要: 分析了继电保护整定计算通用平台应具备的功能及提供的接口,探讨了接口形式。福建电网为了实现继电保护整定计算的微机程序化,引进了继电保护整定计算通用平台 RCMBase2000,并在福建电网得以完满的构建和扩展。明显提高了福建电网继电保护整定计算和运行管理水平。

关键词: 继电保护; 整定计算; 整定配合; 端口等值阻抗; 短路容量; 系统参数; 综合阻抗

中图分类号: TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)14-0032-04

0 概述

目前绝大多数继电保护整定计算程序都是针对计算配合定值或计算具体的保护装置定值开发的(有的也有参数和定值管理功能),如零序电流保护整定程序、变压器差动保护整定程序等,其研究的重点是保护定值的计算方法和配合方法,即算法问题。这些程序一般认为要计算的定值及计算这些定值需要的数据是确定的,具体保护装置定值的计算方法比较简单,但需要针对具体保护装置进行开发,配合定值的计算则比较复杂。实际上,配合定值计算的难点在于确定配合方法,配合方法一旦确定,其值的计算与具体保护装置定值的计算没有多少区别。如何确定配合方法的问题,目前的程序大多试图通过算法的复杂化或智能化来解决,且在这个问题上的研究取得了一定的进展,但仍然不能令人满意,大多只适用于特定的地区或特定的时期或特定的电网或特定的保护配置。

配合定值的计算虽然复杂,但并不是整定计算工作的全部,还有大量的数据管理工作和各种保护装置的定值计算工作要做,目前对这个问题的研究并不深入。通过对继电保护装置定值计算过程的全面分析,不难发现,对于某一具体类型的保护装置,不仅其定值的计算方法比较简单,且各种类型的保护装置定值的计算过程也是基本相同的。对于配合定值的计算,配合方法的复杂性是由于要考虑通用性造成的,对于具体的问题,确定其配合方法要简单得多。

让所有的用户根据各自的具体情况,开发且能够开发自己的继电保护整定计算程序,毫无疑问,能够保证整定计算程序按用户的要求计算用户需要计算的保护定值。如果提供这样一个系统,能够让用

户不必具备专业编程知识和经验,只需要将精力集中于定值的算法本身,就能以简单的方法定制出自己需要的继电保护整定计算程序,将会在继电保护整定计算程序的通用化和实用化方面实现实质性的突破。

基于上述思想,提出了继电保护整定计算支持平台的概念。按照这个概念开发的继电保护整定计算程序,不是一个计算具体的保护定值的程序,而是一个支持用户构建自己的继电保护整定计算程序的平台,即:继电保护整定计算支持平台系统。这个支持平台系统,应该满足通用性研究和实用性研究中提出的各种要求,不涉及任何定值的算法问题,但用户可以在这个基础上方便地定义出电网参数计算和管理系统、配合定值计算和管理系统、各种保护装置定值计算和管理系统等等。

1 继电保护整定计算通用平台

一个使用方便的整定计算通用平台至少应具备以下功能:

1) 数据管理:该功能提供最终用户输入、输出以及查询数据的通用界面,能够管理的数据种类有一次系统数据、配合定值、装置定值等。该界面需要设计良好,充分考虑用户使用的方便性;此外,还宜具备数据的导入导出、打印、发布、图形数据相互检索、报表显示等功能。

2) 数据结构设计:该功能提供最终用户设计数据库结构的界面,例如字段的增加、删除、更名等等。在实际使用中,用户需要经常变更数据结构,例如新增装置类型、增加定值项目等,因此仅仅提供数据管理功能是不够的。

3) 图形编辑:该功能提供最终用户编辑图形的能力。由于图形一般都是专用格式,所以必须向用

户提供图形编辑软件(当然目前的趋势采用通用图形格式,例如 SVG图形交换格式)。因为专业工作习惯的原因,图形辅助对继电保护整定计算工作是必不可少的。该功能可以与数据管理集成,因此用户就可以在编辑图形的同时完成一次系统拓扑的建立、一次系统参数数据的录入以及保护配置的录入等。

4) 图形支持:该功能提供最终用户与平台上的应用进行交互的能力。该功能使平台上的应用轻而易举的具备了图形操作界面。

5) 故障计算分析:该功能可以对任何假想的电网方式进行计算和结果分析。一般要求是:能够进行简单故障、复故障、网络等值的计算;支持线路操作、厂站方式变更以及各种方式的组合;故障点、故障类型、相别、弧光电阻、输出支路等可以自由指定。此外,还要具有对故障计算结果进行全方位、多侧面分析的功能,可以方便的得到电流、电压的序分量、相分量,测量阻抗,分支系数,以及这些量的正方向、反方向、故障相、非故障相的最大值、最小值等。

6) 故障计算分析控制:该功能提供界面使最终用户可以预设各种电网运行方式(即计算条件),并经过计算得到对一组计算条件的综合分析结果。预设的电网运行方式可以保存供以后使用,计算结果也可以打印和保存。

继电保护整定计算通用平台的用户大致分为两类:最终用户和开发用户。最终用户是平台中的界面功能和平台上所开发的的应用的使用者;而开发用户使用平台创建各种应用。当然,对于通用平台的应用来说,用户只有最终用户这一类,开发用户是其创建者。

继电保护整定计算通用平台必须公开开发接口,以方便开发用户创建应用。这些接口至少应包括以下方面:

1) 故障计算:包括短路计算、网络等值以及结果分析。

2) 拓扑获取:供应用获取电网的拓扑连接关系以及一次设备和二次设备的关联关系。

3) 图形支持:使应用通过事件得到用户的命令,以及使应用通过方法控制图形的界面表现。

整定计算通用平台开发接口的接口形式有多种。

最简单的一种是以组件形式,例如 COM/ActiveX组件等。该形式对于平台开发者而言最为方便,但是对于开发用户的要求非常高,例如需要具备

Visual C++或 Visual Basic的编程能力,这对于运行单位的人员来说显然是不可能的。

另外一种是以脚本语言的形式。与前者相反,该形式对开发用户的要求不高,例如 VBA、VB-Script、JavaScript等,其难度对于一部分运行单位人员来说已经可以接受了,这样不仅保证了应用开发者(开发用户)将精力集中在业务逻辑上,还使其易于上手。

目前,继电保护整定计算通用平台软件产品的主要代表是 RCMBase2000。该产品的开发接口形式是以脚本语言形式。RCMBase2000除了提供前面提到的功能以外,还专为开发用户提供了以下功能:

1) 脚本语言解释器:对用脚本语言编写的代码进行解释执行。

2) 脚本语言编辑环境:便于应用代码的编写。

3) 应用的调试环境:对于稍微复杂的应用来说,调试环境方便了应用代码的查错,加快了开发速度。

RCMBase2000的脚本语言除了提供前面提到的接口内容以外,还具有以下特色:

1) 引入了 9个解决整定计算问题的新的数据类型,如描述“位置”的母线型、保护型、支路型、厂站型,描述“故障条件”的故障类型型、故障位置型、厂站方式型、组合条件型、排除条件型。

2) 对多种界面元素的控制。不仅可以控制图形,还可以控制平台内的其它界面元素,增加了应用的表现力和交互性。

2 整定计算通用平台的应用

随着福建电网规模的扩大和继电保护技术的飞速发展,继电保护运行管理中计算和数据管理的工作越来越多。但是,鉴于前面分析的继电保护整定计算的特殊性,又必须对整定计算工具软件进行谨慎选择。最终经过多方面比较,福建省调选择了由山东电力调度中心自主开发的整定计算通用平台软件 RCMBase2000,并本着从通用平台上建立适合本地电网应用的思想进行了整定计算应用的开发和扩展。

福建电网对 RCMBase2000 程序主要进行了以下几个扩展:

1) 运行方式切换:由于福建电网的大小运行方式变化很大,原程序上厂站方式变化可变的数目只有十个,不够福建电网的实际变化。现采取运行方

式切换的方法,即将系统大小两个运行方式分别设置在“方式 0”和“方式 1”两组方式下,计算程序默认“方式 0”下的方式,执行“运行方式切换”,即可方便地选择系统大小运行方式。

2) 新增零序短路容量计算:原程序只有正序短路容量计算,为了便于进行核对两个程序的系统参数,如果只有正序是不够的,必须还需要零序参数的核对。新增了自动零序短路容量计算,就可以方便地将正序零序系统参数快速简易地进行核对。

3) 端口等值阻抗归算:原程序中只有包含本端主变阻抗的等值网络计算,这对于福建电网也是必需的,但根据福建电网的管理惯例,每年省调向各地调下达的系统综合阻抗均不包含本端主变阻抗,新增的自动端口等值阻抗归算,可以进行各种方式下的系统综合阻抗归算。

4) 参数输出:原程序中系统参数的打印输出是各个单元(各个主变、各个发电机、各条线路等)参数单独进行。新增的参数输出可以表格的形式分类输出,即所有主变、发电机、线路分别以表格输出,同时还可以选择需要输出参数的各个项目。这样便于归档和核对。

5) 配合定值的输出:原程序中仅对配合定值的二次值输出,因为整个配合计算过程都是用二次值。但由于二次值取决于 CT、PT 的变比,不能直观地体现电流值、阻抗值的实际大小,因此新增配合定值一次值、二次值输出可选。

6) 针对厦州的电磁环网打开,线路单侧充电方式,设定了开关热备用运行状态。在自动整定配合时,能全面考虑实际运行的各种状态。

7) 增加了桥开关的设置:针对三钢变的桥开关接线方式,设置了各种电压等级母线的站内开关,方便、真实地反应实际运行状态。

8) 定值整定方案的设定:根据福建电网继电保护的运行规定,实现了相间距离、接地距离、零序电流三项定值配置的整定原则:

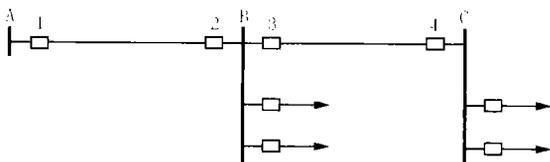


图 1 系统示意图

Fig 1 System sketch map

以 A 站 #1 开关保护为例(参见图 1):

1) 接地、相间距离 段:按全线电抗 75% 整

定。

2) 接地、相间距离 段:与相邻线接地、相间距离 段配合:

$$\begin{cases} \text{B 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{C 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{考虑 C 站 #4 开关轮断。} \end{cases}$$

同时不伸出 B 站变压器中低压侧母线: B 站:厂站方式轮变,线路 $N-1$ 。

3) 接地、相间距离 段时间 1.5 s

接地、相间距离 段时间 3 s,同时不小于 2 s (躲振荡闭锁时间)。

配合公式: $Z = (Z_L + K \cdot Z) \cdot K_{可靠}$

$K_{可靠} = 0.85$

4) 零序电流 段:不用。

5) 零序电流 段:

与相邻线高频保护配合:

$$\begin{cases} \text{B 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{C 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{不考虑 C 站 #4 开关轮断。} \end{cases}$$

同时不伸出 B 站变压器中低压侧母线: B 站:厂站方式轮变,线路 $N-1$ 。

时间固定 0.7 s

与相邻线零序电流后备段配合:

$$\begin{cases} \text{B 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{C 站:厂站方式轮变,线路 } N-1; \\ \text{考虑 C 站 #4 开关轮断。} \end{cases}$$

同时不伸出 B 站变压器中低压侧母线: B 站:厂站方式轮变,线路 $N-1$ 。

时间与零序电流后备段配合。

6) 零序电流 段:采用同一定值(固定取 300 A, 4.0 s)。

除了以上几个功能扩展,其实最重要的是福建电网引进了 RCMB ase2000 程序后,使得福建电网继电保护整定计算更加精确可靠,更加快速方便,管理更加先进规范。目前已向其它专业部门,如调度、运方部门,提供准确可靠的福建电网数据库,为他们开发其它程序节省了大量的精力和时间。同时也为随之而建的福建省继电保护及故障录波信息处理系统和调通中心的 DMS 系统提供必需的、完整的、规范的数据,如系统参数(发电机、变压器、线路阻抗)、继电保护整定值、继电保护装置配置。这样不仅提高了福建电网继电保护整定计算和运行管理水平,也大大提高了我们福建电力调度通信中心的管理水平。

3 结论

通过 RCMBASE2000在福建电网的构建和扩展,目前福建省调的继电保护运行管理、整定计算和数据管理已可以快速、准确、方便地完成以下工作:电网参数的管理、保护配置的管理、保护定值的管理、电网计算分析、相间接地距离及零序电流后备保护段的自动配合计算、各种保护装置的计算、统计分析计算、端口等值阻抗计算、正序零序短路容量计算

等。明显地提高了福建电网继电保护运行管理水平,实现了减人增效、提高劳动生产力、促进了电网安全生产和管理现代化。

收稿日期: 2004-06-21; 修回日期: 2005-05-12

作者简介:

傅秋儒(1964-),女,高级工程师,长期从事继电保护整定计算工作。Email: fu-qiuru@fjep.com.cn

General supporting platform for relay protection calculation and its application in Fuzhou power grid

FU Qiu-ru

(State Power Corporation of Fujian Province, Fuzhou 35003, China)

Abstract: This paper analyzes the function and interface of the general software platform for relay setting and discusses several interface models. In order to fulfill relay setting programming, the software RCMBASE2000 is introduced into Fujian power grid. Its built and function extension improve the management level of relay setting and operation.

Key words: relay protection; setting calculation; setting coordination; port equivalent impedance; short-circuit capacity; system parameter; comprehensive impedance

第十届全国保护和控制学术研讨会征文通知

中国电机工程学会继电保护专委会定于2005年四季度召开第十届全国保护和控制学术研讨会,探讨在我国国家电网发展中,保护和控制面临的问题和对策,讨论和研究保护和控制理论及技术应用的现状及发展,交流保护和控制的科研成果、设计、运行和维护的经验,进一步推动我国保护和控制技术的发展,满足我国电网建设和运行的需要。特向全国征集学术论文,现将征文有关事项通知如下:

一、征文内容

(1) 1000 kV交流特高压和800 kV级直流输电的保护和控制技术研究;(2)保护和控制新理论、新技术的发展和应用;(3)高压直流输电保护和控制技术和应用;(4)电网安全稳定控制技术;(5)保护信息管理及故障信息处理;(6)厂站自动化系统(变电站自动化系统、火电厂自动化系统);(7)电子式互感器理论及应用技术;(8)保护和控制通信技术;(9)一次设备智能化技术和应用;(10)保护装置、厂站自动化系统运行经验及事故分析;(11)保护和控制设备结构及电磁兼容;(12)其它。

二、征文办法

1. 论文必须是在全国性学术会议或公开发行的刊物上没有发表过的;
2. 论文参照《电力系统自动化》杂志标准格式,图表清晰、规范;
3. 论文请采用MS word编辑,篇幅不超过6000字(含空格,图表);
4. 来稿请务必写明:作者简介、地址、单位、邮编、联系电话、电子邮件;
5. 请用电子邮件投稿并使用回执确认收到投稿;
6. 征文截止日期为2005年8月30日,经专家评审后,发论文录用通知,出版论文集;
7. 开会具体时间地点另行通知;
8. 联系方法:

南京江宁开发区胜太路29号 中国电机工程学会继电保护专委会 黄健、王中元

E-mail: 2005RPTC@nari-relays.com 电话:(025)52102449,52108783

邮编:211100。

中国电机工程学会继电保护专业委员会

2005年3月1日